

Course title: GEOTECHNICAL MODELLING	
CFU: 9	SSD: ICAR/07
Lectures (hrs): 50	Tutorials (hrs): 30
TWO-YEAR MASTER DEGREE IN STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL ENGINEERING – YEAR: II	
Course objectives:	
<p>The course aims to provide students with theoretical and practical knowledge necessary for implementing numerical models for resolution of Geotechnical Engineering application problems. The course will deepen treatment of field equations for porous media and introduce constitutive relations used in geotechnical applications in a systematic way. The application of the finite element method to a series of Geotechnical Engineering problems is aimed at using the theoretical concepts acquired during the course.</p>	
Course content:	
<p>INTRODUCTION - The use of numerical models to solve Geotechnical Engineering application problems.</p> <p>PART I - Field equations for a porous medium.</p> <p>Undefined equilibrium equations (total stresses, effective stresses), congruence equations, constitutive relation, continuity equation, Darcy's law; particularities (drained, undrained conditions, coupled equations). Some simple applications: lithostatic stress state, indefinite slope, two-dimensional steady-state filtration, one-dimensional consolidation.</p> <p>PART II - The Constitutive relationship.</p> <p>Experimental evidence (stress path, isotropic compression, radial tests and dilatancy, oedometric tests; triaxial tests on loose and dense sands, strength criterion, critical state, strength criterion in the deviatoric plane; normal-consolidated clays and over-consolidated clays; drained and undrained triaxial tests on clays). Mathematical modelling (elastic models: linear, anisotropy, non-linear; general concepts of plasticity; Elastic-perfectly plastic models; Elastic-hardening plastic models).</p> <p>PART III - Solution with the Finite Elements method of boundary value problems</p> <p>The finite element method in the analysis of linear problems. Element technology Formulation of the EF method in saturated soil mechanics: drained and undrained conditions. The EF method for non-linear problems. Non-linearity in solids mechanics. Formulation of the EF method for non-linear problems (incremental approach). Numerical resolution of the incremental problem: explicit method and iterative methods. Elements of computational plasticity. Definition of initial conditions: the geostatic state. Definition of boundary conditions. The EF method for consolidation problems.</p> <p>PART IV - Elementary applications.</p> <p>Introduction to the use of finite element programs for geotechnical applications (Plaxis, Optum). Analysis of a shallow foundation (limit load, calculation of settlements and their time development). Construction of a road embankment (stability, subsidence). Stability of a slope (influence of groundwater level oscillations). Stability of an excavation (short-term conditions, long-term conditions, consolidation). Deep excavation protected by embedded-walls.</p> <p>PART V - Development of a case study</p> <p>Implementation of design codes within the calculation models. Modeling, analysis and verification of a case study used as the theme of the year</p>	
Teacher:	
Code: ...	Semester: 2nd
Required/expected prior knowledge: ...	
Education method: lessons, calculus exercises	
Textbooks and learning aids: Slides del corso; “Fondamenti di meccanica delle terre” R. Nova, McGraw-Hill; “Soil Mechanics” R. Nova John Wiley & Sons; “Geotechnical modelling”, D. Muir Wood, Spon Press; “Plasticity and Geotechnics” H.-S. Yu, Springer; “PLAXIS CONNECT EDITION V20 Manual” ed. Brinkgreve, Zampich, & Ragi Manoj, Plaxis bv.; “OPTUM G2:	

Theory” K Krabbenhoft (Editor) Optum Computational Engineering 2019;
...

Assessment: an interview with discussion of the calculation exercises

Insegnamento: GEOTECHNICAL MODELLING	
CFU: 9	SSD: ICAR/07
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: II	
<p>Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire allo studente le conoscenze teoriche e pratiche necessarie all'implementazione di modelli numerici per la risoluzione di problemi applicativi di Ingegneria Geotecnica. Nell'ambito del corso viene approfondita la trattazione delle equazioni di campo per i mezzi porosi ed introdotti in modo sistematico i legami costitutivi impiegati nelle applicazioni geotecniche. L'applicazione del metodo degli elementi finiti ad una serie di problemi di Ingegneria Geotecnica è finalizzata all'impiego dei concetti teorici acquisiti durante il corso.</p>	
<p>Contenuti: INTRODUZIONE – L'impiego di modelli numerici per la risoluzione problemi applicativi in Ingegneria Geotecnica. PARTE I – Equazioni di campo per un mezzo poroso. Equazioni indefinite dell'equilibrio (tensioni totali, tensioni efficaci), equazioni di congruenza, legame costitutivo, equazione di continuità, legge di Darcy; particolarizzazioni (condizioni drenate, non drenate, equazioni accoppiate). Alcune semplici applicazioni: stato tensionale litostatico, pendio indefinito, filtrazione bidimensionale in regime stazionario, consolidazione unidimensionale. PARTE II – Il legame costitutivo. Evidenze sperimentali (percorso tensionale, compressione isotropa, prove radiali e dilatanza, prove edometriche; prove triassiali su sabbie sciolte e sabbie addensate, criterio di resistenza, stato critico, condizioni di rottura in piano deviatorico; argille normalconsolidate ed argille sovraconsolidate; prove triassiali drenate e non drenate su argille). Modellazione matematica (modelli elastici: lineari, anisotropia, non lineari; concetti generali di plasticità; modelli elastoplastici perfetti; modelli elastoplastici incrudenti). PARTE III – Soluzione con il metodo degli Elementi Finiti di problemi al contorno Il metodo degli elementi finiti nell'analisi di problemi lineari. Tecnologia degli elementi Formulazione del metodo EF nella meccanica dei terreni saturi: condizioni drenate e non drenate. Il metodo degli EF per problemi non lineari. La non linearità in meccanica dei solidi. Formulazione del metodo EF per problemi non lineari (approccio incrementale). Risoluzione numerica del problema incrementale: metodo esplicito e metodi iterativi. Elementi di plasticità computazionale. Definizione delle condizioni iniziali: lo stato geostatico. Definizione delle condizioni al contorno. Il metodo EF per problemi di consolidazione. PARTE IV – Applicazioni elementari. Introduzione all'uso di programmi agli elementi finiti per applicazioni geotecniche (Plaxis, Optum). Analisi di una fondazione superficiale (carico limite, calcolo dei cedimenti e loro decorso nel tempo). Costruzione di un rilevato stradale (stabilità, cedimenti). Stabilità di un pendio (influenza oscillazioni livello falda). Stabilità di un fronte di scavo (condizioni a breve termine, condizioni a lungo termine, consolidazione). Scavo profondo protetto da paratie. PARTE V – Sviluppo di un caso di studio Implementazione degli approcci normativi nell'ambito dei modelli di calcolo. Modellazione, analisi e verifica di un caso di studio adoperato come tema d'anno</p>	
Docente:	
Codice: ...	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: ...	
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni di calcolo	
Materiale didattico: Slides del corso; “Fondamenti di meccanica delle terre” R. Nova, McGraw-Hill; “Soil Mechanics” R. Nova John Wiley & Sons; “Geotechnical modelling”, D. Muir Wood,	

Spon Press; "Plasticity and Geotechnics" H.-S. Yu, Springer; "PLAXIS CONNECT EDITION V20 Manual" ed. Brinkgreve, Zampich, & Ragi Manoj, Plaxis bv.; "OPTUM G2: Theory" K Krabbenhoft (Editor) Optum Computational Engineering 2019;
...

Modalità di esame: colloquio con discussione degli elaborati di calcolo svolti nel corso delle esercitazioni